植物分类学报 28 (6): 442—451 (1990)
Acta Phytotaxonomica Sinica

浙江省薯蓣科植物的数量分类研究

奚镜清　毛宗秀　杨建伟*　奚可椿**
(浙江医科大学药学系，杭州 310006)

A STUDY ON NUMERICAL TAXONOMY OF DIOSCOREACEAE PLANTS IN ZHEJIANG PROVINCE

XI JING-QING　MAO ZONG-XIU　YANG JIAN WEI*　XI KE-CHUN**
(*School of Pharmacy, Zhejiang Medical University, Hangzhou* 310006)

Abstract The present paper deals with the numerical taxonomical study of Dioscreaceae plants all from Zhejiang Province. In the only genus *Dioscorea* 17 species and 1 variety were used as 18 operational units (OTU). Among 72 characters used for analysis 60 are morphological, 5 anatomical, 4 chemical and 3 geographical. The Gower's Coefficient of similarity was used for showing quantitative index of similarity among the OTUs. By means of methods of systematic cluster: shortest distance, longest distance, middle distance A ($\beta=0$), middle distance B($\beta=1/4$), centre of gravity, class average and square sum of deviations, dendrograms from every method were obtained respectively. All calculations and dendrogramsmaking were treated on IBM computer with the program by BASIC language.

The result shows that the classical taxonomy is reasonable on the whole, but none of 7 dendrograms is identical with the classical taxonom and only the middle distance B($\beta=1/4$) is the most similar to that. Based upon the relationships among these plants as shown in both classical and numerical taxonomy, 5 OTUs are chosen for discussion as follows:

1. *Dioscorea collettii* Hook. f. var. *hypoglauca* (Palibin) Pei et Ting and *D. zingiberensis* C. H. Wright would be better still maintained together in Sect. Stenophora Uline as classical method treated according to their horizontal and diosgenin-containing rhizomes and monocolpate pollen grains.

2. *D. bulbifera* L. and *D. pentaphylla* L. both have vertical, turbinate and no diosgenin-containing rhizomes, left-twining stems and dicolpate pollen grains, but the latter is remarkable for its compound leaves, so they would be better maintained in Sect. Opsophyton Uline and Sect. Lasiophyton Uline respectively as classical taxonomy treated.

3. *D. cirrhosa* Lour. has been included in Sect. Enantiophyllum Uline, but its rhizomes containing abundant tannin, ligneous stems and narrowly ovate to lanceolate, coriaceous leaves

---

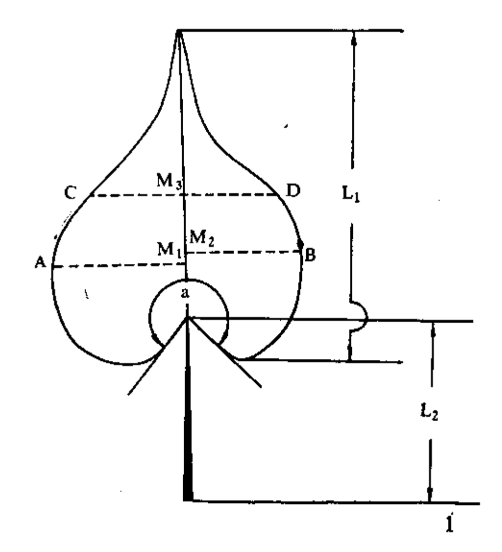
国家自然科学基金资助项目。
* 现在杭州市第二人民医院。
** 该校生物医学工程系。
1988.09.09收稿。
The Project Supported by China National Natural Science Foundation.
*Present address: Hangzhou second Municipal People's Hospital.
**School of Biomedical Engineering, ZMU.

are quite different from those of other member in the section. Therefore it is suggested that this species be separated from the original section and a new section be established for it.
Key words Dioscoreaceae; *Dioscorea;* Zhejiang Province; numerical taxonomy; *Dioscorea cirrhosa* Lour

摘要 以浙江省薯蓣科全部植物——薯蓣属 17 种和 1 变种为 18 个分类单位，以形态为主兼顾组织结构、化学成分及地理分布，列出 72 项性状，对这些植物进行了数量分类。用最短距离法、最长距离法、中间距离法甲、中间距离法乙、重心法、类平均法以及离差平方和法的系统聚类，探索了这些植物彼此间的亲缘关系，认为以前对它们的经典分类处理基本合理。由于"薯莨"性状明显特殊，建议成立新组——薯莨组。
关键词 薯蓣科；薯蓣属；浙江省；数量分类；薯莨；薯莨组

薯蓣科，我国仅薯蓣属 *Dioscorea* 1 属。据丁志遵等(1985)报道该属有 49 种，分隶 6 组。本科虽为单子叶植物，但在形态方面颇为特异，如叶脉网状、茎维管束轮列等，常引起学术界的较大兴趣。同时该科植物能产生萆薢、薯蓣(山药)等多种中药材，可提供口服避孕药的主要原料，有的还是常见蔬菜，所以具有重大经济价值。对该科植物的分类研究，过去多用经典分类法，本文则在其基础上采用数量分类法，探索更合理的分类系统以有利于植物资源的利用。

浙江省薯蓣科植物，据奚镜清(1982)报道和近年来补充调查鉴定，有 17 种和 1 变种，分隶 4 组，占全国总种数的 36.7%、总组数的 66.7%，种数虽不很多，但主要种齐全，具有较好的代表性。



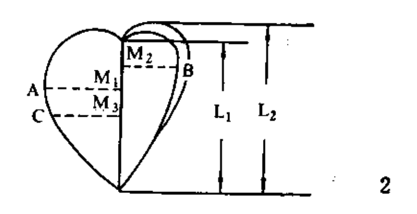


图 1 叶、蒴果度量图解

Fig.1. diagrams of size measuring for leaf and capsule
1.叶 leaf: $AM_1 + M_2B$ = 叶片最宽处宽度 maximum width of blade, $CM_3 + M_3D$ = 叶片长中点之宽 width in the middle part of blade, ∠a = 叶片基部夹角 angle between 2 lobes of blade, L_1 = 叶片长 length of blade, L_2 = 叶柄长 length of stalk. 2.蒴果 capsule: AM_1 = 最大果爿宽 width of the largest carpel, M_2B = 最小果爿宽 width of the smallest carpel, CM_3 = 最大果爿在蒴果长中点之宽 width of the largest carpel in the middle part, L_1 = 蒴果轴长 length of capsule axis, L_2 = 蒴果长 length of capsule.

材料和方法

按陈守良、徐克学、盛国英(1983)和徐克学、李德中(1983)的方法将浙江省本科植物编为 18 个分类单位 (OTU) 并从这些植物中选取种内相对稳定、种间较大差异的性状 72 项编上号码，计二元类型 29 个、有序多态类型 20 个、定量数

表 1 分类单位
Table 1. List of OTUs

(一) 萆薢组 (根状茎组) Sect. Stenophora Uline
1.粉萆薢(粉背薯蓣) *Dioscorea collettii* Hook. f. var. *hypoglauca* (Palibin) Pei Ting
2.福萆薢(福州薯蓣) *D. futschauensis* Uline ex R. Knuth
3.白萆薢(纤细薯蓣) *D. gracillima* Miq.
4.龙萆薢(穿龙薯蓣) *D. nipponica* Makino
5.绵萆薢 *D. spongiosa* J. Q. Xi, M. Mizuno et W.L. Zhao
6.细萆薢(细柄薯蓣) *D. tenuipes* Franch. et Savat.
7.山萆薢 *D. tokoro* Makino
8.盾叶萆薢 (盾叶薯蓣) *D. zingiberensis* C. H. Wright

(二) 黄独组(基生翅组) Sect. Opsophyton Uline
9.黄独 *D. bulbifera* L.
(三) 复叶薯组(复叶组) Sect. Lasiophyton Uline
10.五叶薯 *D. pentaphylla* L.
(四) 薯蓣组(周生翅组)Sect. Enantiophyllum Uline
11.参薯 *D. alata* L.
12.广东薯蓣(山薯) *D. fordii* Prain et Burkill
13.光叶薯蓣 *D. glabra* Roxb.
14.尖叶薯蓣(日本薯蓣) *D. japonica* Thunb.
15.薯蓣 *D. opposita* Thunb.
16.褐苞薯蓣 *D. persimilis* Prain et Burkill
17.盈江薯蓣 *D. wallichii* Hook. f.
18.薯莨 *D. cirrhosa* Lour.

表 2 聚类分析用的性状
Table 2 Charaters Used in Cluster Analysis

编号 No.	性状 Characters	表达方式 Expressing Symbols
01	须根状况 situation of fibrous roots	稀少 lax (1), 中等 moderat(2), 密多 dense (3)
02	地下茎走向 direction of rhizome growth	横走 horizontal(0), 直生 vertical(1)
03	地下茎形态 form of rhizome	圆柱或纺锤状 terete or fusiform(1), 陀螺状 turbinate(2), 其他 others(3)
04	地下茎直径 diameter of rhizome	cm
05	地下茎分枝 rhizome branches	无 absent(0), 有 present(1)
06	地下茎外表颜色 colour of rhizome surface	枯黄 stramineous(1),黄棕 yellowish brown(2), 红棕 reddish brown(3),棕黑 brownish black(4)
07	地下茎栓皮状况 situation of rhizome cork	紧贴 tightly adhered(0), 易自动脱落 easily peeled off(1)
08	地下茎断面鲜时颜色 colour of rhizome section when fresh	白 white(1), 黄 yellow(2), 血红 sanguine(3)
09	地下茎断面鲜时粘液渗出 mucilage of rhizome section when fresh	很少 scant(0), 很多 abundant(1)
10	地下茎断面干后颜色 colour of rhizome section when dry	粉白 chalk-white(1), 淡黄 pale yellow(2),棕红 brownish red(3)
11	地下茎干后质地 texture of rhizome when dry	松软 spongy(0), 坚实 rigid(1)
12	地下茎石细胞 stone cells in rhizome	无 absent(0),有 present(1)
13	地下茎味 taste of rhizome	淡至微甜 tastless to slightly sweet(1), 苦 bitter (2),涩 astringent(3)
14	地下茎薯蓣皂甙元最低含量 the lowest content of diosgenin in rhizome	%

表 2(续)

编号 No.	性状 Characters	表达方式 Expressing Symbols
15	地下茎薯蓣皂甙元最高含量 the highest content of diosgenin in rhizome(%)	%
16	地下茎鞣质含量 tannin content in rhizome	%
17	茎旋方向 twining direction of stem	向左 left(0), 向右 right(1)
18	茎鲜时颜色 clour of stem when fresh	带紫红色 purplish red(0), 不带紫红色 not purplish red(1)
19	茎干后颜色 colour of stem when dry	呈紫棕色 purplish brown(0), 不呈紫棕色 not purplish brown(1)
20	茎质地 texture of stem	木质 ligneous(0), 草质 herbaceous(1)
21	茎翅 wings of stem	无 absent(0), 有 present(1)
22	茎刺 spines of stem	无 absent(0), 有 present(1)
23	茎毛 hairs of stem	无 absent(0), 有 present(1)
24	零余子 bulbils	无 absent(0), 有 present(1)
25	叶单复情况 leaves	单叶 simple(0), 复叶 compound(1)
26	叶序 phyllotaxy of leaves	互生 alternate(0), 对生 opposite(1)
27	叶片(小叶片)质地 texture of blade	膜质 membranaceous(1),纸质 papery(2), 坚纸质 chartaceous(3),亚肉质 carnosulus(4), 革质 coriaceous(5)
28	叶片(小叶片)轮廓 outline of blade	卵心形至圆心形 ovaticordate to orbicular-cordate (1),三角心形至卵心形 triangular-cordate to ovate-cordate(2),狭卵心形至狭三角心形narrowly ovate cordate to narrowly triangular-cordate(3), 狭卵形至披针形 narrowly ovate to lanceolate(4)
29	叶片(小叶片)长 length of blade	cm
30	叶片(小叶片)最宽处之宽 maximum width of blade	cm
31	叶片(小叶片)长中点之宽 width in the middle part of blade	cm
32	叶片(小叶片)长与宽之比 ratio of length to width of blade	No. 29/No. 30
33	叶片(小叶片)先端 apex of blade	急尖 acute(1), 渐尖 acuminate(2), 尾尖 caudate (3),骤尖 cuspidate(4)
34	叶片(小叶片)基部夹角 angle between two lobes of blade	度 degrees(°)
35	叶片分裂情况 blade division	不裂 entire(1), 掌状分裂 palmate(2), 三出分裂 ternate(3)

表2(续)

编号 No.	性状 Characters	表达方式 Expressing Symbols
36	叶片(小叶片)边缘 margine of blade	全缘 entire(1), 微波缘 repand(2), 啮蚀状缘 eroded(3)
37	叶片鲜时上面白斑 white blotches on adaxial surface of blade	无 absent(0), 有 present(1)
38	叶片鲜时下面白粉 white powder on abaxial surface of blade	无 absent(0), 有 present(1)
39	叶片干后颜色 colour of blade when dry	变黑 blackened(0), 不变黑 unblackened(1)
40	叶片(小叶片)上面非腺毛 non-glandular hairs on adaxial surface of blade	无 absent(1),极少 scare(2), 略多 sparse(3), 较多 relatively dense(4)
41	叶片(小叶片)上面腺毛 glandular hairs on adaxial surface of blade	无 absent(1), 极少 scare(2), 略多 sparse (3).
42	叶片(小叶片)下面非腺毛 non-glandular hairs on abaxial surface of blade	无 absent (1), 极少 scare(2), 略多 sparse(3), 较多 relatively dense(4)
43	叶片(小叶片)下面腺毛 glandular hairs on abaxial surface of blade	无 absent(1), 极少 scare(2), 略多 sparse(3)
44	叶片(小叶片)大脉数 number of main veins of blade	
45	叶片与叶柄相连方式 mode of blade attaching to stalk	基生 basal(0), 盾状着生 peltate(1)
46	叶柄长 length of leaf stalk	cm
47	叶柄长与叶片长之比 ratio of stalk length to blade length	No. 46/No. 29
48	叶柄鲜时颜色 colour of stalk when fresh	不带紫红色 not purplish red(0), 带紫红色 purplish red(1)
49	雌、雄花着生情况 distribution of female and male flowers	异株 dioecious(0), 异株,兼有同株 dioecious, but also monoecious(1)
50	雄花梗 pedicel of male flower	无 absent(0), 有 present(1)
51	雄花的雄蕊数 number of stamens of male flower	
52	雄蕊的药隔 stamen connective	变宽 widened(0), 不变宽 unwidened(1)
53	花粉粒 pollen grain	单沟型 monocolpate(0), 双沟型 dicolpate(1)
54	蒴果梗 stalk of capsule	反曲 reflexed(0), 不反曲 not reflexed(1)
55	蒴果长 length of capsule	cm
56	蒴果中轴长 length of capsule axis	cm
57	最大果爿宽 width of the largest carpel	cm

表 2（续）

编号 No.	性状 Characters	表达方式 Expressing Symbols
58	最大果爿在蒴果长中点之宽 width of the largest carpel in the middle part	cm
59	最小果爿宽 width of the smallest carpel	cm
60	蒴果不对称比 asymmetry of capsule	No. 57/No. 59
61	蒴果宽 width of capsule	No. 57 + No. 59
62	蒴果长与宽之比 ratio of length to width of capsule	No. 55/No. 61
63	蒴果先端 apex of capsule	微凹 retuse(1)，平截 truncate(2)，钝圆 obtuse(3)
64	蒴果基部 base of capsule	平截 truncate(1)，钝圆 obtuse(2)，楔形 cuneate (3)
65	蒴果外表颜色 colour of capsule	枯黄 stramineous(1)，黄棕 yellowish brown(2)，紫棕 purplish brown(3)，灰黑 greyish black(4)，其他 others(5)
66	蒴果皮上白粉 white powder on capsule surface	无 absent(0)，有 present(1)
67	种子在果室中位置 position of seed in locule	中部 central(1)，顶部 terminal(2)，基部 basal(3)
68	种子位于膜质种翅的 position of seed in membranaceous wing	中央 in centre(0)，一端 at end(1)
69	种翅颜色 colour of seed wing	紫红 purplish red(0)，非为紫红 not purplish red(1)
70	省内水平分布 horizontal distribution in Zhejiang Province	全省各地 throughout(1)，浙北、浙中 north and middle(2)，浙中 middle(3)，浙中、浙南 middle and south(4)，浙南 south(5)
71	省内垂直分布下限 the lowest altitude of vertical distribution in Zhejiang Province	m
72	省内垂直分布上限 the highest altitude of vertical distribution in Zhejiang Province	m

值类型 23 个，作为数量分类的依据。植物性状中，形态学性状有 60 项，以地下茎、叶、果三者最多。地下茎是分类根据，又是有效成分所在。叶、果均较常见，且易于制订定量项目(图 1)。形态学性状中，部分引用了裴鉴等(1979)、舒璞(1987)的资料。解剖学性状有 5 项，皆由光学显微镜和扫描电子显微镜观察所得。化学性状 4 项，薯蓣皂甙元参考了奚镜清(1982)报道。地理学性状 3 项。以上皆据标本野外采集记录。

本课题所用标本均采自浙江省内各地，主要使用了浙江医科大学药学系的标本，同时参考了杭州植物园、杭州大学生物系、浙江省医学科学院、浙江省药品检验所的标本。

选用定量性状、定性性状都适用 Gower (1971) 提出的 Gower 相似系数为表征相似程度的定量指标。 Gower 系数 S_{ij} 的计算公式为:

$$S_{ij}=\frac{\sum_{k=1}^{m}W_{ijk}S_{ijk}}{\sum_{k=1}^{m}W_{ijk}},$$

$$i,j=1,2,\cdots\cdots\cdots,n;\ i\neq j$$

式中，$0\leqslant S_{ijk}\leqslant 1$ 表征 OTU_i 和 OTU_j 关于性状 k 的相似程度，W_{ijk} 为权。对于定量性状

$$S_{ijk}=1-\frac{|X_{ik}-X_{jk}|}{R_k},$$

$$W_{ijk}=1$$

这里 X_{ik} 和 X_{ik} 分别表示 OTU_i 和 OTU_j 对于性状 k 的取值，R_k 为性状 k 的值域。对于定性性状

$$S_{ijk}=\begin{cases}0 & \text{错配时}\\ 1 & \text{匹配时},\end{cases}$$

$$W_{ijk}=\begin{cases}0 & \text{负匹配时}\\ 1 & \text{其他}\end{cases}$$

这里，X_{ik} 和 X_{ik} 取值相同时称为匹配(取值都为零称为负匹配)；取值不同时称为错配。

建立相似系数矩阵后，按公式 $d_{ij}^2=1-S_{ij}^2$ 得到类间距离矩阵，然后用下列方法进行系统聚类：1. 最短距离法 (shortest distance)；2.最长距离法(longest distance)；3.中间距离法甲 (middle distance A)，$\beta=0$；4. 中间距离法乙 (middle distance B)，$\beta=1/4$；5. 重心法 (center of gravity)，6. 类平均法 (class average)；7. 离差平方和法 (square sum of deviations)；得出了各自的树系图(图 2—图 8)，从每个树系图中找出若干分界值，依相关系数从小到大的次序，命名为 L_1、L_2、L_3 等。

全部计算和作图均在 IBM 微机上用 BASIC 语言编写的程序来完成。

结 果 和 讨 论

7 个树系图(图 2—图 8)无一与经典法完全一致，但中间距离法乙 ($\beta=1/4$) 的图象最为近似。各种(变种)在树系图中的表现，以粉萆薢(粉背薯蓣)、盾叶萆薢（盾叶薯蓣)、黄独、五叶薯、薯莨等 5 种比较突出，值得讨论。

1. 粉萆薢(粉背薯蓣)和盾叶萆薢(盾叶薯蓣)，经典分类均归入萆薢组(根状茎组)。本文的树系图中，粉萆薢(粉背薯蓣)在方法 1、3、4、5、6 的 L_1，方法 5 的 L_2，盾叶萆薢(盾叶薯蓣)在方法1、3、4、5、6 的 L_1，方法1、5、6 的 L_2 中，均未与其他任何种结合，但二者在方法 2、7 的 L_1 已结合为一组。二者叶片上面具大块白斑、叶片下面具白粉、叶干后皆变成深棕黑色，皆与其他种不同，二者结合为一组有一定道理。但盾叶萆薢(盾叶薯蓣)叶柄盾状着生，很为突出，所以在方法 1、5 的 L_2 中犹保持孤立。考虑到该二植物在其他方面，尤其地下茎走向、成分、花粉粒形态等主要性状均与萆薢组(根状茎组)一致，因此，还是按传统归入萆薢组(根状茎组)为妥。

2. 黄独和五叶薯，经典分类分别归入黄独组(基生翅组)和复叶薯组. 树系图中，黄独

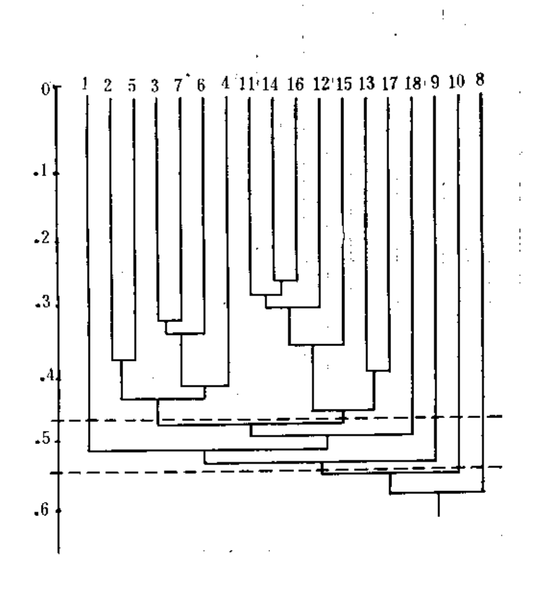


图 2　方法 1——最短距离法的树系图

Fig. 2. dendrogram of method 1, the shortest distance. $L_1 = 0.4693$, $L_2 = 0.5639$.

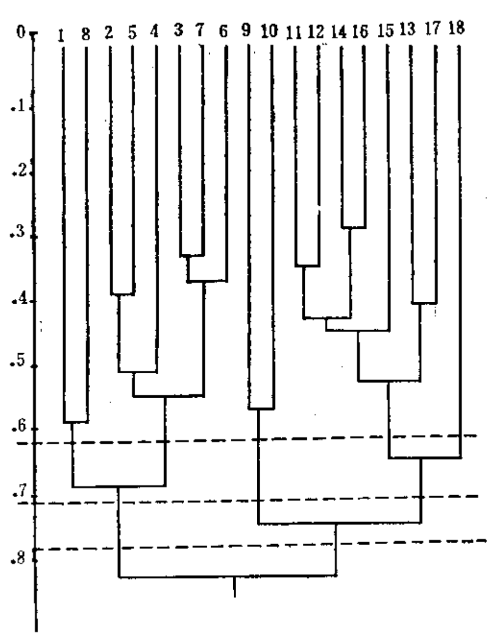


图 3　方法 2——最长距离法的树系图

Fig. 3. dendrogram of method 2, the longest distance. $L_1 = 0.6314$, $L_2 = 0.7266$, $L_3 = 0.7971$.

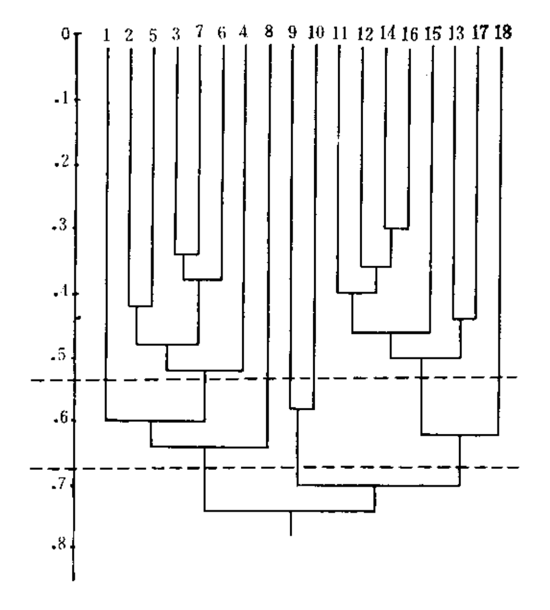


图 4　方法 3——中间距离法甲的树系图

Fig. 4. dendrogram of method 3, the middle distance A. $L_1 = 0.5476$, $L_2 = 0.6615$.

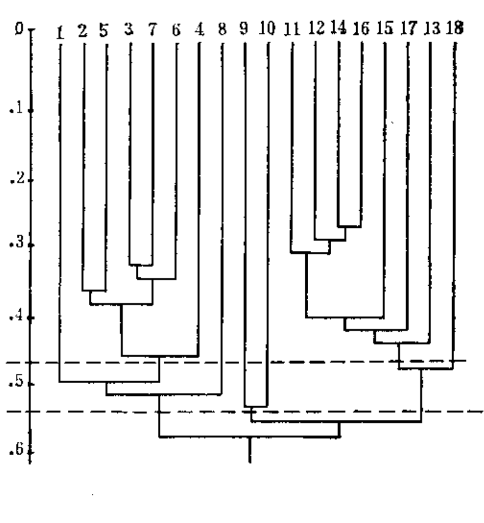


图 5　方法 4——中间距离法乙的树系图

Fig. 5. dendrogram of method 4, the middle distance B. $L_1 = 0.4690$, $L_2 = 0.5311$.

在方法 1、3、4、5、6 的 L_1，五叶薯在方法 1 的 L_1、L_2，方法 3、4 的 L_1，方法 5 的 L_1、L_2、L^3 均保持孤立。二者在方法 2、6 的 L_1 前，方法 3、4、6 的 L_1 与 L_2 之间均结合成一组。因该二者的地下茎呈陀螺状而与薯蓣属其他种有较大差别，同时二者茎皆左旋而不同于薯蓣

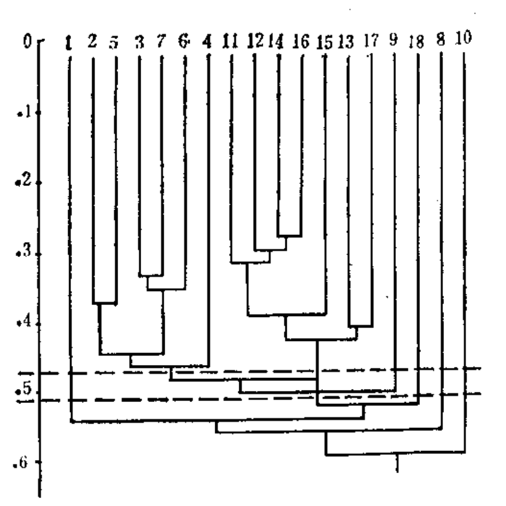
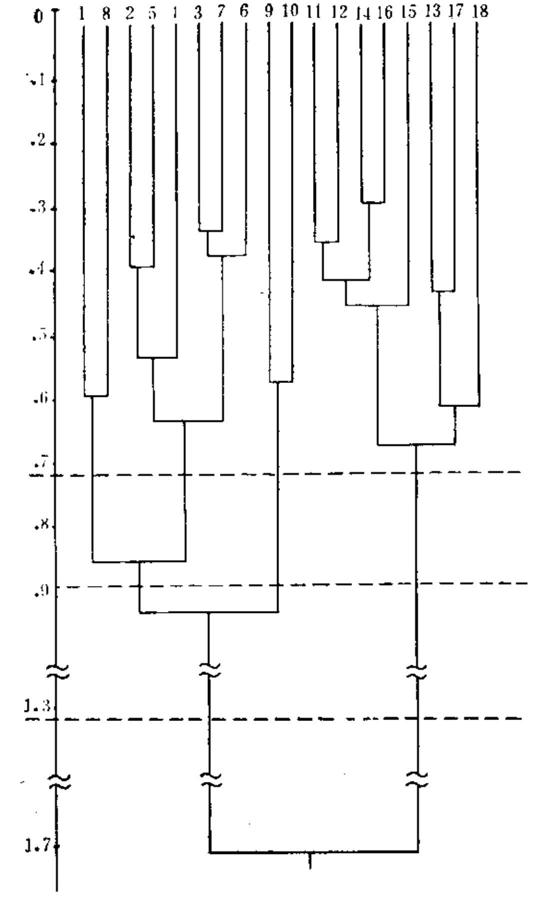


图 6 方法 5——重心法的树系图

Fig. 6. dendrogram of method 5, the center of gravity. $L_1 = 0.4583$, $L_2 = 0.5335$

图 7 方法 6——类平均法的树系图

Fig. 7. dendrogram of method 6, the class average. $L_1 = 0.5436$, $L_2 = 0.6158$, $L_3 = 0.6566$.



组(周生翅组),地下茎皆不含皂甙,花粉粒皆双沟型又不同于萆薢组(根状茎组),二者之间的相同程度远超过二者与其他各组之间的相异程度。因此，二者不归入其他任何组是恰当的,但是,五叶薯是复叶种，每小叶片基部夹角平均仅 67°, 大脉仅 1 条，这些均很特殊。因此不宜与黄独结合为一组。此二植物还是按传统分别归入黄独组(基生翅组)、复叶薯组为妥。

3. 薯莨,经典分类一向归入薯蓣组(周生翅组)。树系图中,在方法 1、2、3、4、6 的 L_1, 方法 5 的 L_1、L_2 均保持孤立. 由于其地下茎含大量鞣质,茎木质,叶革质，狭卵形至披针形，叶基夹角平均仅 154°, 与薯蓣组(周生翅组)其他种迥异。虽然其地下茎走向、茎旋方向、花粉粒形态等与薯蓣组

图 8 方法 7——离差平方和法的树系图

Fig. 8. dendrogram of method 7, the square sum of deviations. $L_1 = 0.7663$, $L_2 = 0.8941$, $L_3 = 1.3221$.

(周生翅)其他种相同，但究竟相异程度太大，归入薯蓣组(周生翅组)很勉强，并且，与其他各组的差异更大，亦难以归入。因此，建议另行成立一组——薯莨组。

浙江医科大学药学系生药学硕士研究生郭增喜给本文提供其硕士论文的部分材料、另一研究生徐娟华为本文承担部分工作，在此一并致谢。

参　考　文　献

[1] 丁志遵等，1985：中国植物志，第十六卷，第一分册，科学出版社，北京，54—120。
[2] 陈守良、徐克学、盛国英，1983：中国散生竹类的数量分类和确定分类等级的探讨，植物分类学报，**21**(2)：113—120。
[3] 张尧庭、方开泰，1982：多元统计分析讨论，科学出版社，北京，393—414。
[4] 徐克学、李德中，1983：我国人参属数量分类研究初试，植物分类学报，**21**(1)：34—42。
[5] 奚镜清，1982：浙江省薯蓣属植物的药用资源，中药通报，**7**(3)：11—12。
[6] 裴鉴等，1979：中国薯蓣属根状茎组系统分类的初步研究，植物分类学报，**17**(3)：66—67。
[7] 舒璞，1987：中国薯蓣属花粉粒形态的初步研究，植物分类学报，**25**(5)：357—365。
[8] Gower, J. C., 1971: A general coefficient of similarity and some of its properties, *Biometrics*, **27**: 857—871.